

MAGNETIC MATERIAL AND ITS PRODUCTION

Patent Number: JP61261451
Publication date: 1986-11-19
Inventor(s): MURAKAMI SHOJI; others: 03
Applicant(s): MITSUBISHI ELECTRIC CORP
Requested Patent: ☐ JP61261451
Application Number: JP19850102882 19850515
Priority Number(s):
IPC Classification: C22C19/07; C22F1/10; H01F1/14
EC Classification:
Equivalents:

Abstract

PURPOSE:To provide a magnetic material of which the greater part consists of an amorphous material and which has an extremely low iron loss in a high frequency region by incorporating Co as an essential component into said material and incorporating prescribed ratio each of Fe, Si and B and ≥ 1 kinds among Ni, Mn, Cr, etc., therein.

CONSTITUTION:This magnetic material is expressed by the formula $(Co_{1-x}Fe_x)_{100-a-b-c}M_aSi_bB_c$ (M is ≥ 1 kinds among Ni, Mn, Cr, Mo, W, V, Nb, Ta, Ru, Ti and Zr), has the relations $0 \leq x \leq 0.2$, $0 \leq a \leq 20$, $5 \leq b \leq 20$, $5 \leq c \leq 20$, $5 \leq b+c \leq 30$ by atom and has the following properties: $\geq 80\%$ of said magnetic material is the amorphous material. Such magnetic material can be produced simply by annealing the material having the above-mentioned compsn. while applying the magnetic field thereto in the direction perpendicular to the excitation direction in the stage of use. The magnetic material having the constant magnetic permeability characteristic in a high frequency region even at DC is obtd. by selecting suitable the intensity of the magnetic field according to the sectional area in the excitation direction of the material to be heat-treated. There is the effect of obtaining the magnetic core having the extremely low iron loss in the high-frequency region if such material is used.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭61-261451

⑬ Int. Cl.⁴

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 昭和61年(1986)11月19日

C 22 C 19/07
C 22 F 1/10
H 01 F 1/14

7518-4K
6793-4K
7354-5E

審査請求 未請求 発明の数 2 (全6頁)

⑮ 発明の名称 磁性材料とその製造方法

⑯ 特 願 昭60-102882

⑰ 出 願 昭60(1985)5月15日

⑱ 発 明 者 村 上 省 自 尼崎市塚口本町8丁目1番1号 三菱電機株式会社材料研究所内

⑲ 発 明 者 奥 村 博 司 尼崎市塚口本町8丁目1番1号 三菱電機株式会社材料研究所内

⑳ 発 明 者 村 瀬 広 恭 尼崎市塚口本町8丁目1番1号 三菱電機株式会社材料研究所内

㉑ 発 明 者 宇 都 宮 真 尼崎市塚口本町8丁目1番1号 三菱電機株式会社材料研究所内

㉒ 出 願 人 三菱電機株式会社 東京都千代田区丸の内2丁目2番3号

㉓ 代 理 人 弁理士 大岩 増雄 外2名

明 細 書

1. 発明の名称

磁性材料とその製造方法

2. 特許請求の範囲

(1) 組成式 $(\text{Co}_{1-x}\text{Fe}_x)_{100-a-b-c}\text{M}\text{aSi}\text{bBc}$ で表され、MはNi, Mn, Cr, Mo, W, V, Nb, Ta, Ru, Ti, Zrのうち1種又は2種以上であり、原子比で $0 \leq x \leq 0.2$, $0 \leq a \leq 20$, $5 \leq b \leq 20$, $5 \leq c \leq 20$, $5 \leq b+c \leq 30$ の関係を満たかつ80%以上非晶質状態である材料であり、恒透磁率の磁気特性を有することを特徴とする磁性材料。

(2) 組成式 $(\text{Co}_{1-x}\text{Fe}_x)_{100-a-b-c}\text{M}\text{aSi}\text{bBc}$ で表され、MはNi, Mn, Cr, Mo, W, V, Nb, Ta, Ru, Ti, Zrのうち1種又は2種以上であり、 $0 \leq x \leq 0.2$, $0 \leq a \leq 20$, $5 \leq b \leq 20$, $5 \leq c \leq 20$, $5 \leq b+c \leq 30$ の関係を満た、かつ80%以上非晶質状態である材料を使用時の励磁方向と直角の方向に磁場をかけながら焼鈍し、恒透磁率の磁気特性を具備させたことを特徴とする磁性材料の製造方法。

(3) 励磁方向が薄帯の長手方向であり、焼鈍時の

印加磁場の方向が薄帯の巾方向であることを特徴とする特許請求の範囲第2項記載の磁性材料の製造方法。

(4) 焼鈍時の印加磁場の強さを焼鈍される材料の励磁方向の断面積に比例して大きくすることを特徴とする特許請求の範囲第2項又は第3項記載の磁性材料の製造方法。

(5) 焼鈍時の磁場の強さが、 $1.0\text{A}-0.4 \leq H \leq 1.0\text{A}+2.7$ (但し式中Hは磁場の強さ(kOe)、Aは焼鈍される材料の励磁方向の断面積、 $H > 0$ である) 関係を満たすことを特徴とする特許請求の範囲第4項記載の磁性材料の製造方法。

(6) 焼鈍される材料が薄帯を巻き回した巻鉄心であることを特徴とする特許請求の範囲第2項から第5項記載の磁性材料の製造方法。

3. 発明の詳細な説明

[産業上の利用分野]

この発明は、Coを主成分とする非晶質合金から成る高周波域における鉄損が極めて低い磁性材料及びその製造方法に関するものである。

〔従来の技術〕

一般に非晶質合金は軟磁気特性にすぐれ、磁気損失が低く、かつ、高い電気抵抗と薄い板厚を持つために渦電流による損失が小さく鉄損が極めて小さい長所を持っている。そしてかかる非晶質合金は製造のままでは急冷されたときに導入される歪により、磁壁固着化が生じ、軟磁気特性が良くないため焼鈍を行い軟磁気特性を改善することが通常行われる。しかしながら薄帯では長手方向に一軸異方性が存在しているため、単なる焼鈍では長手方向に180°磁壁がのびた磁区構造となる。これを長手方向に励磁した場合には直流では抗磁力が小さく高透磁率のすぐれた磁気特性を示すが、高周波域で励磁すると、渦電流損が増して必ずしも良好な性質を示さない。

そこでこのような性質を改善するため斜め磁場中での熱処理、薄帯表面ヘスクラッチの導入、微細結晶粒の析出などの手段によつて磁区を細分化し低鉄損化することが試みられている。たとえば特開昭57-202709ではFe系非晶質合金に

方直流を重ねて使用するタイプのトランスコイルでは透磁率が一定であり、飽和磁束密度が高くかつ残留磁化の低い磁性材料が有利となる。従来は磁性材料に空気ギャップを設けて恒透磁率性を得ており、自身が恒透磁率性を持つ磁性材料の開発も待望されている。

〔発明が解決しようとする問題点〕

上記の如くCo系非晶質合金は磁歪が零の組成を選ぶことができ、抗磁力が小さく、Fe系非晶質合金よりも磁気損失が低く、理論的には高周波域における鉄損をより小さくできる。しかしながら他面低鉄損化を目的としたCo系非晶質合金の熱処理方法は十分に研究されていなかった。これはコア材料には高飽和磁束密度が必要とされるという常識によるためで、Fe系非晶質合金と比べ飽和磁束密度が低いCo系非晶質合金は専ら高透磁率を生かした用途にのみ限定されているのが実情である。又前述したごとくスイッチング電源のスイッチング周波数の高周波化に対応するには飽和磁束密度の大小よりも鉄損を低減することが技術的により

おいて、キュリー点以下の温度で励磁方向に直角の磁場中で焼鈍することにより、直流で低角型比のB-H特性を持つ磁性材料を得ることが提案されており、J. APPLN. PHYC, VOL 54, No 11, 1983 P 6554 では遷移金属を添加して磁歪を低減させて磁区の細分化を行い低鉄損を得ることが報告されている。低鉄損に対する工業的要求は高まる一方であり、たとえばスイッチング電源においては、より一層の小型軽量化、高効率化、高信頼性化、低コスト化を目指して開発がすすめられているが、有力な対処法のひとつとしてスイッチング周波数の一層の高周波化が試みられており、電源の重要な部品のひとつである磁性部品に高周波域での使用に耐える磁性材料が要求されている。トランスコイルに使用される磁性材料は一般に飽和磁束密度が高い程、作動磁束密度の振巾を大きくとることができるので有利であるが、その反面数十KHz以上の高周波域になると鉄損が増大して発熱により使用が制限されるようになる。したがって鉄損を低減することが最も重要なポイントとなる。一

重要であり、Co系非晶質合金の熱処理方法の改善による低鉄損の磁性材料の開発が工業的に重要であり、又低鉄損かつ恒透磁率性を持つ磁性材料の開発も期待されている。

本発明は高周波域において鉄損の極めて低い磁性材料とその製造方法を提供することを目的とする。そして又多数の試験研究の結果、恒透磁率性の磁性材料は、ヒステリシス損が小さく、鉄損を低減できることが判明したため、併せて恒透磁率性の磁性材料とその製造方法を提供しようとするものである。

〔問題点を解決するための手段〕

本発明はこのような問題を解決すべくなされたものであり、即ち組成式 $(\text{Co}_{1-x}\text{Fe}_x)_{100-a-b-c} \text{M}_a \text{Si}_b \text{Be}_c$ で表され、MはNi, Mn, Cr, Mo, W, V, Nb, Ta, Ru, Ti, Zrのうち1種又は2種以上であり、原子比で $0 \leq x \leq 0.2$, $0 \leq a \leq 20$, $5 \leq b \leq 20$, $5 \leq c \leq 20$, $5 \leq b+c \leq 30$ の関係を満たかつ80%以上非晶質状態である材料であり、恒透磁率の磁気特性を有することを特徴とする磁性材料である。そして

更に本発明は、上記 Co 系非晶質合金を焼鈍する際キュリー点以下の温度で使用時に励磁される方向と直角の方向に磁場をかけ、恒透磁率の磁気特性を具備させ、高周波域における鉄損を低減した磁性材料を製造しようとするものである。

本発明磁性材料において、その主成分は Co であり、又 Fe は主に磁歪を零にするための添加元素であり、M は副成分で、磁歪を小さくする他、結晶化温度をあげる効果や磁区構造を変え高周波域における鉄損を下げるためのものである。そして Si 及び B は非晶質化のために必須のメタロイド元素であり、 $b + c$ が 5 at% 以下あるいは 30 at% 以上では、非晶質化が極めて困難となる。Si 及び B を共に含有すると、単独で用いた場合より非晶質化が容易となり、安定した製造が可能となるため b, c はそれぞれ 5 at% 以上 20 at% 以下に限定される。そして Fe を多く含有すると飽和磁束密度は増大するが、磁歪が大きくなり、鉄損低減に不利となるため x を 0.2 以下に限定する必要がある。副成分の添加量が過剰になると磁歪等の組

成からのずれが大きくなり、飽和磁束密度が低下し過ぎるなど磁気特性が劣化するので、 a は 20 at% 以下に限定される。

本発明の上述の Co 系非晶質合金を、キュリー点以下の温度で使用時の励磁方向と直角の方向に磁場をかけながら焼鈍すると抗磁率が小さく、残留磁化が実質的にほぼ零である材料が得られる。又焼鈍される材料の励磁方向の断面積に応じて焼鈍時に印加する磁場の強さを変化させ、その値が適当であると、恒透磁率の直流磁気特性を持つた磁性材料が得られる。該材料は数十 KHz 以上の高周波域においても恒透磁率特性を保持し、鉄損も従来材料と比べ著しく小さいという特徴を有する。

Co 系非晶質合金は一般に溶湯急冷法で製造され、細長い薄帯として提供されるので励磁方向は薄帯の長手方向、焼鈍時の磁場の方向は薄帯の巾方向であることが実用的である。

〔作用〕

本発明においては、材料組成が上記式による組成を満足していることにより、上記の各種の要望

に応じ得る適切な材料を提供し得るのである。

〔発明の実施例〕

実施例 1

($\text{Co}_{98}\text{Fe}_2$)₇₅Mn₃Si₇B₁₅ の組成を有し、単ロール法で製造した非晶質合金薄帯を、薄帯の巾方向に磁場をかけながら焼鈍した磁性材料の直流磁気特性を第 1 図に示す。上記薄帯をトロイダル状に巻回し、励磁方向の断面積が 0.16 cm² の巻鉄心とし、2.5 kOe の磁場をかけ、キュリー点以下の温度 320℃ で 10 分間焼鈍した。焼鈍された巻鉄心へ直接励磁コイルと検出コイルを巻線して直流磁気特性を測定した。励磁方向は巻鉄心円周方向で、薄帯の長手方向にあたり巾方向と直角である。直流磁気特性は恒透磁率を示し、抗磁力が小さく、残留磁化が実質的に零である。

次に第 2 図は同実施例材料の 50 KHz における交流 B-H 曲線図であるが高周波域における磁気特性も恒透磁率を示している。ここで第 6 図及び第 7 図は従来のものの磁気特性を示す比較図であり、回転磁場中で実施例 1 と同一組成の材料を同一温

度で熱処理したものの磁気特性を示す。第 6 図の直流 B-H 曲線図は高透磁率、低抗磁力を示し高角型比であるが、高周波域においては第 7 図に示すごとく抗磁力が大きくなり、ヒステリシス損が上記実施例の磁性材料と比べ大きい。第 3 図には実施例磁性材料と従来材料との高周波域における鉄損の比較を示す。実線が本発明の磁性材料であり、一点鎖線のスーパーマロイ、破線のフェライト、点線の従来の熱処理を行つた非晶質合金（アライド社 2605-S3）など従来材料と比べ著しく鉄損が低減されている。

実施例 2

($\text{Co}_{94}\text{Fe}_6$)₇₈Mn_{1.5}W_{1.5}Si₇B₁₅ の組成を有する非晶質合金の薄帯を磁場中で焼鈍した場合の鉄損及び直流磁気特性の焼鈍時の印加磁場の強さ依存性を第 4 図に示す。測定に供した材料の励磁方向の断面積は 0.06 cm² であった。第 4 図×印で示したものは断面積に比し印加磁場が弱すぎる場合であり第 4 図(a)に示した B-H 曲線図のごとく低角型比となつても恒透磁率とならず、鉄損の低減も少な

い。第4図△印で示した印加磁場が強すぎる場合には第4図(c)に示したB-H曲線図のごとく恒透磁率となるが鉄損は第4図○印で示した最適な磁場の強さの場合より少し大きくなる。かつ第4図(c)のB-H曲線図に示したごとく B_{10} が減少し、コアの動作磁束密度を高くする用途に関しては、実用上不利な性質が生じてくる。

実施例3

上記実施例の組成を有し、焼鈍される材料の励磁方向の断面積と焼鈍時の印加磁場の強さを変化させて該組成のCo系非晶質合金薄帯を巻き回した鉄心について薄帯の巾方向に磁場を印加しながら熱処理した場合の磁気特性との相関関係を第5図に示す。同図において、△は恒透磁率に近いが完全にはならなかつたもの、○は恒透磁率となつたもの、△は恒透磁率となつたが B_{10} が低下したものの、×は恒透磁率とならなかつたものを夫々示す。第5図より最適磁場の強さは被処理材料の励磁方向の断面積に比例することが明らかであり、その最適範囲は $10A-0.4 \leq H \leq 10A+2.7$ にある。但し

がある。

4. 図面の簡単な説明

第1図はこの発明の一実施例の磁気特性を示す直流B-H曲線図、第2図は同実施例の交流B-H曲線図、第3図はこの発明の一実施例と従来の磁性材料との鉄損の比較を示す鉄損-磁束密度図、第4図はこの発明の他の実施例の鉄損及び直流磁気特性の焼鈍時の印加磁場依存性を示す図、第5図は、焼鈍される材料の断面積と焼鈍時の印加磁場が磁気特性に与える影響を示す図、第6図は従来の熱処理によるCo系非晶質合金の磁気特性を示す直流B-H曲線図、第7図は第6図と同一材料の交流B-H曲線図である。

代理人 大 岩 増 雄

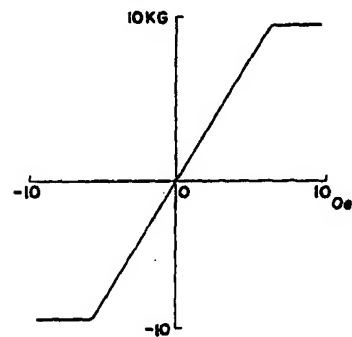
Hは焼鈍時の印加磁場の強さ(kOe)で、必ず零より大であり、Aは焼鈍される材料の励磁方向の断面積(cm²)である。

この発明は上記のように高周波域における鉄損の低減および恒透磁率性を持つ磁性材料を提供することを目的として成されたものであるが、高周波域における使用、あるいはスイッチング電源への使用などに用途は限定されない。

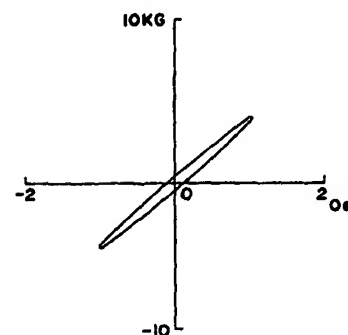
又実施例は主に巻鉄心について説明したが、この発明は巻鉄心に限定されるものではなく、磁性材料の形状は薄帯のままであつても、薄帯を積層した磁心であつても、他の形状であつてもよい。
〔発明の効果〕

以上のようにこの発明によれば、Co系非晶質合金を励磁方向と直角の方向に磁場をかけながら焼鈍し、かつ磁場の強さを熱処理される材料の励磁方向の断面積に応じて適当に選ぶことにより、直流においても高周波域においても恒透磁率特性を持つ磁性材料が得られ、又該材料の使用により高周波域における鉄損が極めて低い磁心を得る効果

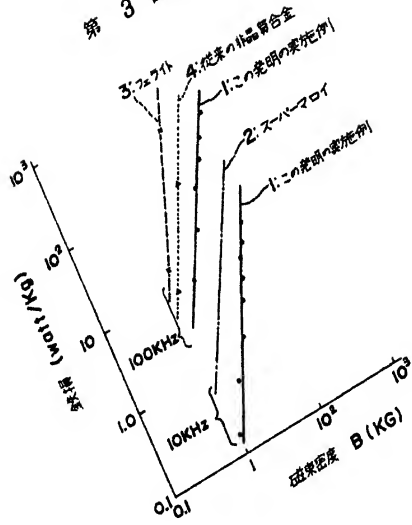
第 1 図



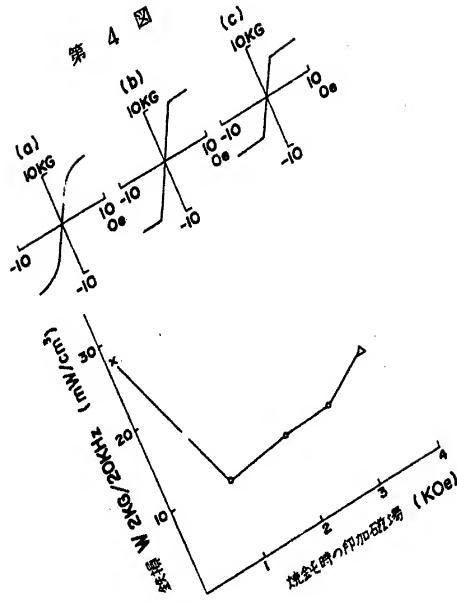
第 2 図



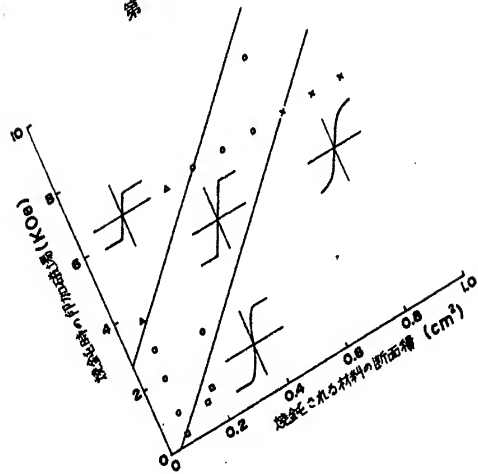
第 3 図



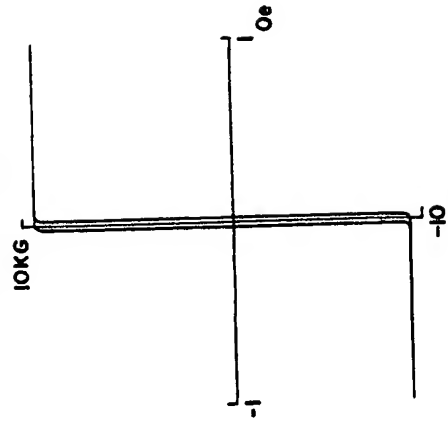
第 4 図



第 5 図



第 6 図



第 7 図

